



Aplicación de un modelo de capa límite al estudio de la circulación atmosférica en capas bajas sobre la región del Río de La Plata

V.R. Rafart¹, E.C. Marcos¹ y G.J. Berri^{1,2}

¹ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. vrrafart@gmail.com

² Servicio Meteorológico Nacional - Conicet

Resumen

Los cuerpos extensos de agua ejercen una acción condicionante y reguladora del tiempo y el clima local en una amplia región que se extiende hacia el interior de la tierra firme por decenas de kilómetros. La geometría y la disposición geográfica de las costas del Río de La Plata dan lugar al desarrollo de una circulación local en capas bajas con las características de la brisa de mar-tierra. La combinación de esos elementos forzantes con el ciclo diario de calentamiento y enfriamiento del suelo, da como resultado una significativa variación del campo de viento en toda la región, que muestra aspectos diferenciales que dependen del ciclo diario de la temperatura, la posición y distancia a la costa.

Se aplica un modelo de capa límite en mesoescala en ecuaciones primitivas, hidrostático y seco, para simular el viento en capas bajas sobre la región del Río de La Plata. El modelo está forzado por condiciones de borde inferior y superior a partir de las salidas del modelo WRF, siendo la condición de borde inferior el contraste térmico entre el río y la tierra, y la condición de borde superior el viento en 1000 hPa.

Se realiza un pronóstico para el día 26 de febrero de 2017 y se compara el campo horizontal de velocidad vertical pronosticado por el MCL a 800 m. con la distribución de nubes de tipo cúmulos de buen tiempo observados en la imagen satelital del sensor MODIS del satélite Aqua que sobrevoló la región de estudio ese día a las 14:00 hora local.

Palabras clave: Viento en capas bajas, Río de La Plata, Modelo numérico, Imágenes satelitales.

Introducción

El Río de La Plata es un inmenso espejo de agua que se introduce en el continente, y ejerce una acción condicionante y reguladora del tiempo y del clima local.

La extensión geográfica del Río de La Plata –300 kilómetros de longitud y un ancho variable entre 50 y 200 kilómetros– es de una magnitud tal que se comporta como fuente de contraste térmico superficial, de igual modo que un océano o un mar extenso. Esta disposición geográfica facilita el desarrollo de una circulación local del tipo brisa de mar-tierra que debe su existencia a la diferencia de temperatura entre el mar y el continente.



Dada la necesidad de modelar en alta resolución la circulación atmosférica en capas bajas, se emplea el modelo numérico de capa límite en mesoescala -MCL- especialmente desarrollado por Berri et al. (2010) para la región del Río de La Plata.

El modelo MCL está formulado en ecuaciones primitivas y consta de ambas ecuaciones de movimiento horizontal, la ecuación hidrostática, la ecuación de continuidad para un fluido incompresible, la ecuación termodinámica y la ecuación de estado de los gases ideales. El dominio de estudio es la región presentada en la Figura 1, donde el modelo funciona con resolución horizontal de 5 km, con 79 puntos en la dirección oeste-este y 58 puntos en la dirección sur-norte. El dominio vertical tiene 12 niveles que se distribuyen entre la superficie y el tope material del modelo ubicado a 2000 m de altura, con un espaciamiento logarítmico lineal.

Materiales y métodos

La condición de borde inferior del modelo MCL está definida en función del contraste térmico entre el continente y el Río de La Plata, por lo tanto se utiliza la temperatura de superficie del modelo WRF operativo en el Servicio Meteorológico Nacional de un punto en tierra, con coordenadas $34^{\circ}41'42''\text{S}$ $58^{\circ}41'45''\text{W}$ y de un punto sobre el río, con coordenadas $34^{\circ}41'42''\text{S}$ $57^{\circ}21'43''\text{W}$ (Ver Figura 1). Se utiliza como condición de borde superior el viento pronosticado por el modelo WRF en el nivel estándar de 1000 hPa, debido a que fue verificado en experimentos anteriores que el mejor resultado se obtenía cuando se utilizaba ese nivel. El anticiclón del Atlántico Sur tiene una gran influencia en la región del Río de La Plata y la base de su inversión de temperatura define el tope de la capa límite. Las observaciones muestran que la inversión del anticiclón está la mayor parte del tiempo por debajo de 925 hPa en el sondeo de las 12 UTC de Ezeiza, lo que explicaría el mejor resultado obtenido con el nivel 1000 hPa (Sraibman and Berri, 2009).

Resultados y discusión

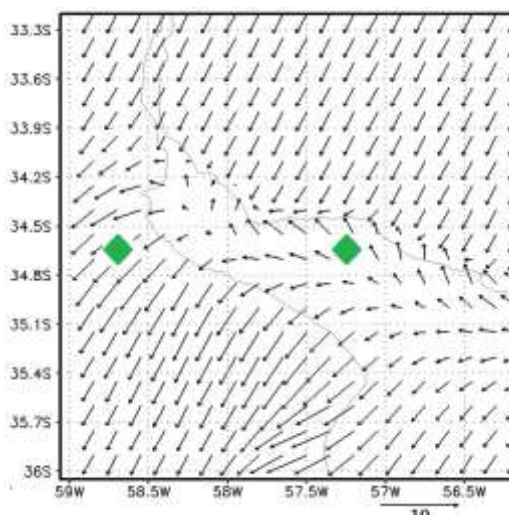


Fig.1: Campo de movimiento horizontal a 10m a las 14:00 hora local.



En el presente experimento se realiza un pronóstico con el modelo MCL forzado por los pronósticos operativos del modelo WRF del Servicio Meteorológico Nacional, para el día 26 de febrero de 2017. Por ejemplo, la Figura 1 muestra el campo de movimiento horizontal a 10 m, a las 14:00 hora local. Se compara el campo horizontal de velocidad vertical pronosticado por el MCL a 800 m., a las 14:00 hora local (ver Figura 2), con la distribución de nubes de tipo cúmulos de buen tiempo observados en la imagen satelital obtenida del sensor MODIS del satélite Aqua que sobrevoló la región estudio ese día a las 14:00 hora local.

El viento pronosticado por el modelo WRF para ese día es del sector NE. La amplitud térmica máxima de la temperatura de la superficie entre la tierra y el río fue de 10° en horas de la tarde.

Se observan zonas de convergencia del viento horizontal (Ver Figura 1) y mayor velocidad vertical sobre Uruguay (Ver Figura 2), en donde puede apreciarse que la zona de mayor ascenso sigue aproximadamente la forma de la costa uruguaya. Además, sobre el río se observa la zona con mayores valores de velocidad descendente, la que se proyecta hacia el interior del territorio argentino. La aceleración del viento hacia el SO genera divergencia horizontal y en consecuencia los movimientos de descenso. Este patrón de movimiento constituye una configuración típica de la brisa de tipo mar-tierra en la región cuando el viento predominante es del NE.

Se analizaron las condiciones sinópticas previas a ese instante y las mismas no mostraron cambios apreciables.

El campo de movimiento vertical en el nivel de 800 m. obtenido con el modelo MCL, se corresponde con la distribución de nubes de la imagen satelital del mismo día (Ver Figura 3) para las 17 UTC (14 hora local), la cual muestra nubosidad del tipo cúmulos asociada a la brisa de tipo mar-tierra en toda la costa uruguaya y en el interior del territorio argentino, mientras que sobre el río no se observan nubes.

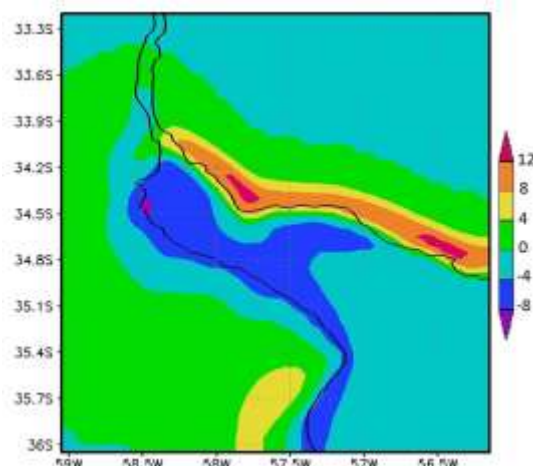


Fig. 2: Campo de movimiento vertical en el nivel de 800 metros a las 14:00 hora local. (cm/s)



Fig.3: Imagen satelital Aqua-MODIS a las 14:00 hora local.



Conclusiones

El objetivo general de este trabajo es llevar a cabo una simulación del viento en capas bajas sobre la región del Río de La Plata con un modelo de capa límite en mesoescala y así realizar una comparación cualitativa con la distribución de nubes de tipo cúmulos de buen tiempo observados en la imagen satelital del sensor MODIS del satélite Aqua.

Para el día 26 febrero del 2017, el viento del sector NE pronosticado por el modelo WRF resultó ser la condición apropiada para la formación de la brisa de tipo mar-tierra, con máximos movimientos de ascenso en la costa uruguaya debido a la convergencia horizontal del viento, ya que la brisa hacia la costa uruguaya se opone al viento regional del sector NE. A su vez, los máximos movimientos de descenso ocurren sobre el río por la divergencia horizontal al acelerarse el viento hacia el SO sobre la costa argentina. Por otra parte, si se dispusiese de información satelital en el horario en que típicamente la brisa de tipo mar-tierra adquiere mayor intensidad, alrededor de las 18 hora local en el verano, la comparación cualitativa realizada entre el pronóstico del modelo MCL y la imagen del satélite Aqua-MODIS, podría ser más adecuada para la observación del fenómeno.

Finalmente, cabe destacar, que los campos de convergencia y divergencia horizontal, y su movimiento vertical asociado obtenidos con el modelo MCL, son consistentes con la dirección del viento predominante durante el día de estudio y con las imágenes satelitales Aqua-MODIS que muestran la distribución de nubes de tipo cúmulos de buen tiempo generados por la acción de la brisa.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Procesos Automatizados del Servicio Meteorológico Nacional que facilitó los datos y al proyecto PICT2012-1667 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) por el apoyo para la realización del estudio.

Referencias

- Berri G.J., L. Sraibman L, R. Tanco and G. Bertossa G. (2010) Low-level wind field climatology over the La Plata River region obtained with a mesoscale atmospheric boundary layer model forced with local weather observations. *J.Appl Meteorol Clim.*, 49, 1293-1305
- Sraibman, L. and G.J. Berri (2009) Low-level wind forecast over the La Plata River region with a mesoscale boundary-layer model forced by regional operational forecasts. *Boundary-Layer Meteorol.*, 130, 407-422